Regenerationsversuche an Gewebekulturen von Kartoffelknollen

---

von

Waltraud Szymansky-Koch

aus Lauf/Pegnitz

1966

1967 m 17

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41535725_0034

Regenerationsversuche an Gewebekulturen von Kartoffelknollen

Inauguraldissertation
der Naturwissenschaftlichen Fakultät
der Friedrich-Alexander-Universität
Erlangen-Nürnberg

zur

Erlangung des Doktorgrades

vorgelegt von

Waltraud Szymansky-Koch
aus Lauf/Pegnitz

Als Dissertation genehmigt von der Naturwissenschaftlichen Fakultät der Universität Erlangen - Nürnberg

UNIV. LEIDEN BIBL.

Tag der mündlichen Prüfung: 23.11.66

Dekan: Universitätsprofessor Dr. K.Brodersen

Berichterstatter: Universitätsprofessor Dr. E.Haustein

Berichterstatter: Universitätsprofessor Dr. W.Haupt

Meiner lieben Mutter

Inhaltsverzeichnis

Einleitung:	Seite	5
Material und Methode:	Seite	5
Ergebnisse:	Seite	7
Diskussion:	Seite	26
Zusammenfassung:	Seite	33
Literaturverzeichnis:	Seite	35
Anhang: (Tabellen, Abbildungen, Kurven)	Seite	36
Lebenslauf:	Seite	55

Einleitung

Die vorliegenden Untersuchungen stellen eine Fortsetzung der Arbeit Fellenbergs (1963) dar, der u.a. die Wirkung verschiedener Wuchsstoffe auf die Kallus-, Knöllchen-, Sproß- und Wurzelbildung an Kartoffelsegmenten prüfte. Dabei kam er zu dem Ergebnis, daß nicht alle Kartoffelsorten in derselben Weise regenerationsbereit sind und auf zugeführte Wuchsstoffe gleich reagieren, sondern sich vermutlich allein schon durch das Vorhandensein nativer Wuchsstoffe (Varga und Ferenczy 1956) voneinander unterscheiden.

In Erweiterung der Versuche von Fellenberg, die vorzugsweise an der Sorte "Eva" gewonnen wurden, sollte nun allgemein das Verhalten einiger Früh-, Mittel- und Spätsorten auf ihr unterschiedliches Regenerationsverhalten durch Zugabe der bei der Kartoffel nachgewiesenen, nativen Wuchsstoffe untersucht werden. Weiterhin war die Abhängigkeit der Organbildung von verschiedenen Temperaturen bei gleichzeitigem Einfluß von Zucker zu prüfen und die sich daraus ergebenden Induktionszeiten, auch bei Temperaturschockeinwirkungen, zu ermitteln.

Material und Methode

Nachdem unter den von Fellenberg (1963) geprüften Sorten keine ausgesprochen gut sproßbildende dabei war, wurden - einschließlich der von Fellenberg bereits untersuchten Sorte "Eva" - noch weitere Sorten auf ihre Brauchbarkeit hin in Vorversuchen getestet. Dabei hatten sich für Gewebekulturen allgemein als besonders geeignet erwiesen die Frühsorten "Cita" und Oberarnbacher frühe", die Mittelsorten "Fina" und Lori" und die Spätsorten "Maritta" und eben auch "Eva", die sämtlich das Institut für Acker- und Pflanzenbau in Freising-Weihenstephan zur Verfügung stellte. Die Sorte "Lori" wurde späterhin direkt von der Saatzuchtwirtschaft Ferdinand Freiherr von Moreau, Schönach-Schafhöfen über Straubing, bezogen.

Die Methode war mit der von Wurm (1960) identisch, wobei die Zusammensetzung der Nährlösung unverändert übernommen wurde. Die Sterilisationsvorschriften und die Art der Auswertung der Kulturen erfolgte nach Fellenberg (1963). Die Kulturdauer betrug einheitlich vier Monate.

Allerdings war es aus technischen Gründen nicht möglich, die Versuche mit den verschiedenen Wuchsstoffen jeweils gleichzeitig anzusetzen. Da nach Fellenberg das Regenerationsvermögen vom Jahresrhythmus abhängig ist, sind die so gewonnenen Ergebnisse unter Umständen nicht in allen Fällen miteinander vergleichbar. Die Versuche mit je einem Wuchsstoff allein konnten dagegen innerhalb kurzer Zeit durchgeführt werden.

Die angewandten Wirkstoffe und Konzentrationen waren folgende:

IAN (β-Indolylacetonitril)	:0,01; 0,1; 1,0; 10,0	mg/l
IBS (γ-Indolylbuttersäure)	:0,01; 0,1; 1,0; 10,0	mg/l
IBTS(Indolylbrenztraubensäure)	:0,01; 0,1; 1,0; 10,0	mg/l
IES (β-Indolylessigsäure)	:0,01; 0,1; 1,0; 10,0	mg/l
NES (α-Naphthylessigsäure*)	:0,01; 0,1; 1,0; 10,0; 50,0	mg/l
Kinetin, 6-Furfurylaminopurin	:0,5; 1,0; 2,0	mg/l

Diese Wuchsstoffe fanden z.T. auch in Kombinationen Verwendung.

Vom Org.-Chem. Institut der Universität Erlangen-Nürnberg wurde die Indolylbrenztraubensäure hergestellt, die übrigen Substanzen sind von der Fa. Schuchardt, München, bezogen worden.

Die Kulturen wurden sowohl bei normalem Licht - Dunkel - Wechsel als auch nur im Dunkeln bei Zimmertemperatur gehalten. Zu einem Dauerlichtversuch dienten zwei Osram HNW-Röhren, Beleuchtungsstärke 2500 Lux.

Die Temperaturversuche wurden bei +8°C, +13°C, +18°C und +23°C $\pm$0,5°C konstant gehalten.

---

* als K-Salz

Herrn Landw.-Ass. W.Knobloch vom Institut für Acker- und Pflanzenbau in Freising-Weihenstephan danke ich für sein Bemühen um die Beschaffung des Kartoffelmaterials, desgleichen auch Herrn Ferdinand Freiherr von Moreau von der Saatzuchtwirtschaft Schönach-Schafhöfen über Straubing. Gedankt sei ferner Herrn Prof. Dr.H.Schildknecht vom Org.-Chem. Institut der Universität Erlangen-Nürnberg für die Herstellung der Indolylbrenztraubensäure.

Ergebnisse

Einfluß nativer Wuchsstoffe auf die Organbildung.

Die mit den als brauchbar erwiesenen Sorten "Cita", "Oberarnbacher frühe", "Fina", Lori", "Eva" und"Maritta" in der Zeit von November bis März angesetzten Versuche zeigten mit den Wuchsstoffen IES, IAN, IBS und IBTS folgende Ergebnisse:

1. Verhalten gegenüber IES

Kallusbildung: Die Sorten "Oberarnbacher frühe", "Fina", "Maritta" und "Eva" lieferten im Licht wenig bis keinen Kallus, im Dunkeln mit Zusatz von IES war die Kallusbildung in der angegebenen Reihenfolge gesteigert, zunehmend bis 100% bei den hohen Wuchsstoffkonzentrationen. Die Frühsorte "Cita" bildete im Licht bereits bei den Kontrollen einen schwach ausgeprägten Kallus, der sich allerdings auch durch steigende IES-Gaben kaum fördern ließ. Im Dunkeln mit IES zeigte sich die Kallusbildung sehr viel kräftiger. Bei der Sorte "Lori" schließlich setzte das Auftreten von Kallus sowohl im Licht als auch im Dunkeln vereinzelt bei den Kontrollen ein und nahm mit höheren Wuchsstoffgaben zu.

Knöllchenbildung: Die Sorte "Fina" bildete nur im Dunkeln mit IES ganz wenige Knöllchen. Die Knöllchenbildung der Sorten "Oberarnbacher frühe" und "Maritta" erwies sich bei den Hellkulturen als schwach, im Dunkeln mit einem Maximum bei

1,0 mg/l IES als stärker ausgeprägt. Ebenfalls einen Gipfel bei 1,0 mg/l IES zeigten die Sorten "Cita", "Lori" und "Eva" für die Knöllchenentwicklung im Licht, bei den Dunkelkulturen lag das Maximum für die Knöllchenbildung bereits bei 0,1 mg/l IES und war wesentlich höher als im Licht (Tab. 1).

Sproßbildung: Bei den Sorten "Oberarnbacher frühe", "Fina", "Eva" und"Maritta" kam es bei diesen Versuchen mit IES im November zu keiner Sproßbildung. Für die Sorte "Cita" entstand ein Sproß bei 0,01 mg/l IES im Licht. Im Gegensatz zu der schon erwähnten, mittelfrühen Sorte "Fina", die offenbar wuchsstoffarm, jedoch reich an Hemmstoffen sich wenig regenerationsfreudig zeigte, erwies sich auch bei den ferneren Versuchen die ebenfalls mittelfrühe Sorte "Lori" hinsichtlich ihrer Fähigkeit Sprosse zu bilden als sehr geeignet. Sprosse konnten übrigens an allen Seitenflächen des Segments, mit Ausnahme der Fläche, die in das Substrat reichte, auftreten und sogar senkrecht nach unten in das Nährmedium hineinwachsen. Bei 0,01 mg/l IES waren für die Sorte "Lori" sehr viele Sprosse zu verzeichnen. Das Maximum der Sproßbildung fiel mit dem Minimum der Knöllchenbildung zusammen (Tab.1).

Wurzelbildung: Wurzeln traten mit dem Wuchsstoff IES, jedenfalls bei den November-Kulturen nur vereinzelt auf. Die Sorte "Oberarnbacher frühe" bildete überhaupt keine Wurzeln. Im Licht entstanden bei der Sorte "Cita" bei 10,0 mg/l und bei der Sorte "Lori" bei 0,01 mg/l IES Wurzeln, ferner bei den Dunkelkulturen der Sorten "Fina", "Eva" und"Maritta" bei 1,0, 1o,0 bzw. 1,0 mg/l IES (Tab. 1).

Faßt man die Ergebnisse für die verschiedenen Kartoffelsorten, die mit dem Wuchsstoff IES bei Versuchen im November erreicht wurden, zusammen - man muß hierbei auch die Ergebnisse Fellenbergs (1963), die den Jahresrhythmus betreffen, berücksichtigen -, so kommt man zunächst zu dem Schluß, daß die Sorte "Cita" offensichtlich selbst sehr wuchsstoffreich ist (Kallusbildung bei Kontrollen!), bzw. ihr Hemmstoffgehalt

(Funke - Söding 1948/49; Baumeister 1950/51; Meyer 1950/51; Pohl 1952) bereits abgebaut sein müßte. Die IES vermochte dabei vor allem im Dunkeln, wo ja noch mehr Auxin bereitgestellt wurde (v. Guttenberg - Zetsche 1956) durch die Kombination zugesetzter und segmenteigener Wuchsstoffe eine vermehrte Kallus- und Knöllchenbildung zu induzieren. Die "Oberarnbacher frühe" dagegen besitzt offenbar sehr viel Hemmstoff; es ließ sich nämlich, auch bei Versuchen bis zum März, keinerlei Organbildung erreichen. Bei der Sorte "Fina" scheint im November der Hemmstoffgehalt noch zu überwiegen, denn erst bei späteren Versuchen mit anderen Wuchsstoffen wurden ab Dezember bis März zunehmend Knöllchen gebildet. Der Auxingehalt der Sorte "Lori" dürfte dagegen hoch sein, da eine erhöhte Knöllchen- und Sproßbildung zu beobachten war. Daß bei den Dezember-Versuchen mit den beiden Spätsorten "Eva" und "Maritta" nur Knöllchen entstanden, dürfte nach Fellenberg (1963) seinen Grund in dem ausgeprägten Jahresrhythmus dieser Sorten haben.

2. Verhalten gegenüber IBS

Kallusbildung: Wie bei den vorausgegangenen Versuchen mit dem Wuchsstoff IBS, bildeten die Sorten "Maritta", "Oberarnbacher frühe" und "Fina" mit der IBS als Wuchsstoffzusatz bei Versuchen im Dezember ebenfalls spärlich und meist nur bei den hohen Konzentrationen Kallus. Die Sorten "Cita", "Lori" und "Eva" dagegen zeigten, wenn auch oft nur schwach ausgeprägt, im Licht und im Dunkeln bereits bei den Kontrollen Kallus, der mit steigenden IBS-Gaben rasch zunahm und bei 10,0 mg/l an sämtlichen Segmenten kräftig ausgebildet war.

Knöllchenbildung: Die Kulturen der Sorten "Fina", "Maritta" und "Oberarnbacher frühe" brachten, meist nur im Dunkeln, wenige Knöllchen. Als recht aktiv hinsichtlich der Knöllchenbildung erwiesen sich die Sorten "Eva", "Lori" und vor allem "Cita": Im Licht lagen die Maxima bei 1,0 mg/l IBS, im Dunkeln bei 1,0 bzw. bereits bei 0,1 mg/l IBS (Tab. 2).

Sproßbildung: Von den Sorten "Oberarnbacher frühe", "Fina" und "Eva" wurden keine Sprosse gebildet; von der Sorte "Cita" vereinzelt im Licht bei 0,01 mg/l und von der Sorte "Maritta" im Dunkeln bei 0,01 mg/l IBS. Die Sorte "Lori" zeigte sich auch hier mit dem Wuchsstoff IBS als sehr regenerationsfreudig. Sprosse entstanden nur im Licht und zwar bereits bei den Kontrollen bis zu 1,0 mg/l IBS (Abb. 1). Dabei war wieder zu beobachten, daß das Maximum der Knöllchenbildung mit dem Minimum der Sproßbildung zusammenfiel (Tab. 2). Sprossetragende Kulturen der Sorte "Lori", die nach vier Monaten Kulturdauer aus den Reagenzgläsern zunächst in Töpfe mit Gartenerde gepflanzt und später in das Freiland ausgesetzt wurden, entwickelten sich zu normalen Pflanzen und brachten reichen Knollenertrag.

Wurzelbildung: Die Wurzelbildung entfiel bei der Sorte "Oberarnbacher frühe". Nur wenige Wurzeln bildete die Sorte "Lori" im Licht bei den Kontrollen, sowie bei 0,1 mg/l IBS. Entsprechend den Versuchen mit dem Wuchsstoff IES, wurden auch mit IBS im Dunkeln hier keinerlei Organe angelegt, die Knöllchen waren zwar meist zu Wülsten dick miteinander verwachsen, ohne daß jedoch wie bei anderen Versuchen Sprosse oder Wurzeln aus ihnen entstanden. Ebenfalls nur vereinzelte Wurzeln erbrachten die Sorten "Fina" und "Maritta" im Licht und im Dunkeln, bzw. nur im Dunkeln bei 10,0 mg/l IBS. Von den Spätsorten "Eva" und der bereits besprochenen "Maritta" war, ähnlich wie bei den IES-Versuchen, die Sorte "Eva" deutlich überlegen: Die Wurzelbildung setzte im Licht bei 0,1 mg/l ein und erreichte ein Maximum bei 10,0 mg/l IBS, im Dauerdunkel lag das Maximum bereits bei 1,0 mg/l IBS. Die Wurzeln selbst waren bei einer Konzentration von 1,0 mg/l meist fädig lang (Abb.2), bei 10,0 mg /l IBS jedoch kräftig und kurz. Bei den Hell-, vor allem aber bei den Dunkelkulturen der Sorte "Cita" lag die Wurzelbildungsquote außerordentlich hoch (Abb.3); so konnte im Dunkeln mit 8,7 Wurzeln pro Segment die größte Anzahl überhaupt erreicht werden (Tab. 2).

Über die Versuche mit IBS im Dezember läßt sich ergänzend sagen, daß auch hier durch die vermehrte Aktivierung des segmenteigenen Wuchsstoffs in Kombination mit dem Wuchsstoff IBS höhere Knöllchenwerte und vor allem bei der Sorte "Cita" bei den Dunkelkulturen sehr viele Wurzeln entstanden. Die jahreszeitlich bedingte Anfangshemmung für die Wurzelbildung ist also auch bei der Sorte "Eva" überwunden. Für die übrigen Kartoffelsorten gilt hier dasselbe wie bereits für den Wuchsstoff IBS. Bei der Sorte "Lori" wäre zusätzlich die hohe Knöllchenzahl erwähnenswert; wieder fällt das Maximum der Knöllchenbildung mit dem Minimum der Sproßbildung zusammen.

3. Verhalten gegenüber IAN

Kallusbildung: Der Wuchsstoff IAN hemmte allgemein bei den im Januar/Februar angesetzten Kulturen die Bildung von Kallus. Verhältnismäßig am stärksten war die Kallusbildung der Sorte "Cita" mit etwa 40% bei den Hell- und 85% bei den Dunkelkulturen bei 10,0 mg/l IAN-Zusatz.

Knöllchenbildung: Am schlechtesten reagierte wiederum die Sorte "Fina", die zwar im Dunkeln bei den Kontrollen einige Knöllchen bildete, deren Häufigkeit sich aber durch IAN-Gaben nicht mehr fördern ließ. Auch die Sorten "Oberarnbacher frühe" und "Maritta" bildeten nur wenige Knöllchen, im Dunkeln etwas mehr als im Licht. Dagegen konnten bei den Sorten "Lori", "Cita" und "Eva" im Licht und im Dunkeln zahlreiche Knöllchen ausgezählt werden, die Maxima lagen jeweils bei 10,0 mg/l IAN (Tab. 3).

Sproßbildung: Zu keiner Sproßbildung kam es bei den Sorten "Oberarnbacher frühe" und "Maritta", bei der Sorte "Fina" wurden bei 10,0 mg/l IAN von einem Segment drei Sprosse im Dunkeln erzielt. Bei der Sorte "Cita" setzte die Sproßbildung bereits bei den Kontrollen ein, mit einem Maximum bei

0,1 mg/l IAN, nur bei dieser Konzentration entstand auch ein Sproß im Dunkeln. Ebenfalls vorwiegend bei den Hellkulturen bildete die Sorte "Eva" Sprosse, das Maximum lag bei 1,0 mg/l IAN. Die meisten Sprosse jedoch wurden von der Sorte "Lori" angelegt, von den Kontrollen aufwärts bis zu 10,0 mg/l IAN mit einem Maximum bei 0,01 mg/l IAN. Wie auch bei den anderen Wuchsstoffen beobachtet werden konnte, war besonders deutlich bei der Sorte "Lori" die weitere Ausbildung der angelegten Sprosse von der Konzentration der zugegebenen Wuchsstoffe in der Weise abhängig, daß bei niederen Konzentrationen (0,01 mg/l) Sprosse sich stark vermehrten und richtig verzweigten, bei höheren Konzentrationen dagegen immer kürzer blieben und keine Verzweigung mehr aufwiesen. Im Dunkeln entstanden gleichfalls einige Sprosse und zwar bei den Kontrollen, 0,1 und 1,0 mg/l IAN (Tab. 3).

Wurzelbildung: Bei den Sorten "Oberarnbacher frühe", "Fina" und "Lori" blieb die Wurzelbildung ganz aus. Vereinzeltes Auftreten konnte mit einigen Wuchsstoffgaben bei der Sorte "Cita" beobachtet werden, auch bei der Sorte "Maritta" waren mit IAN fast keine Organanlagen zu induzieren, es kam nur im Dunkeln zur Wurzelbildung bei 0,1 und 1,0 mg/l IAN. Die Sorte "Eva", einigermaßen regenerationsbereit, bildete bei den Hellkulturen, wie schon erwähnt, hauptsächlich Sprosse, bei den Dunkelkulturen jedoch Wurzeln, ebenfalls mit einem Maximum bei 1,0 mg/l und bis zu einer Konzentration von 10,0 mg/l IAN (Tab. 3).

Für alle Versuche, die im Januar/Februar mit dem Wuchsstoff IAN angesetzt wurden, gilt, daß die Bildung von Kallus sehr gehemmt war, dafür konnte aber eine vermehrte Knöllchen- und Organbildung beobachtet werden. Bei der Sorte "Cita" ist auch hier wieder der hohe Auxingehalt (zahlreiche Knöllchen bei den Kontrollen) bemerkenswert. Sprosse wurden gut gebildet, vor allem von der Sorte "Lori". Auffallend waren die hohen Knöllchenwerte von "Cita", "Lori" und"Eva" bei 10,0 mg/l IAN, die allerdings auf Kosten der Kallusbildung gingen. Die

Sorte "Maritta" schien, zumindest im Dunkel, nun mehr Wuchsstoff bereit zu stellen, sie bildete Kallus, Knöllchen und Wurzeln. Nicht wesentlich zu beeinflussen waren die Sorten "Oberarnbacher frühe" und "Fina".

4. Verhalten gegenüber IBTS

Der Wuchsstoff IBTS wurde als letzter getestet (März). Leider ließen sich, ebensowenig wie bei IES, IBS und IAN, die zugeführten Wuchsstoff-Konzentrationen nicht erhöhen, da eine Löslichkeit der Wuchsstoffe nicht mehr zu erreichen war, bzw. der Grad ihrer Zersetzung sehr schnell zunahm.

Kallusbildung: Wie bei den Versuchen mit dem Wuchsstoff IAN, blieb auch hier die Kallusbildung bei allen Sorten sowohl im Licht als auch im Dunkeln weit hinter der mit IES und IBS erzielten Ausbildung zurück. Der höchste Prozentsatz wurde von den Dunkelkulturen der Sorte "Lori" mit 80% bei 10,0 mg/l IBTS erreicht. Sonst belief sich die Kallusbildung auf höchstens 30 - 50%.

Knöllchenbildung: Bei der Knöllchenbildung war ein ziemlich unterschiedliches Verhalten der einzelnen Sorten zu beobachten: Verhältnismäßig wenige Knöllchen bildeten die Sorten "Oberarnbacher frühe" und "Maritta" mit Maxima im Licht bei 1,0 bzw. 10,0 im Dunkeln bei 0,1 bzw. 1,0 mg/l IBTS. Bei den Hell- und Dunkelkulturen der Sorten "Cita", "Fina" und nur im Dunkeln auch bei der Sorte "Eva" trat bereits bei den Kontrollen eine kräftige Knöllchenbildung ein, die jedoch mit steigenden Wuchsstoffgaben meist ziemlich zurückging. Für die Hellkulturen der Sorte "Lori" dagegen nahm die Bildung von Knöllchen bis zu 10,0 mg/l IBTS zu, im Dunkeln konnte mit einem Maximum bei 1,0 mg/l IBTS die höchste Knöllchenzahl überhaupt erzielt werden(Tab. 4).

Sproßbildung: Keine Sprosse wurden von der Sorte "Oberarnbacher frühe" gebildet; bei den Sorten "Fina", "Maritta"

und "Eva" traten sie nur vereinzelt auf. Die Sproßbildung der Sorte "Cita" ergab bei den Hellkulturen ein schwaches Maximum bei 0,01 mg/l IBTS, bei den Dunkelkulturen waren Sprosse selten zu sehen. Ebenfalls bei den Kontrollen begann die Sproßbildung der Sorte "Lori" bis zu 10,0 mg/l IBTS, der Gipfel lag dabei bei 0,1 mg/l IBTS , im Dunkeln trat Sproßbildung bei 1,0 mg/l IBTS auf (Tab. 4).

Wurzelbildung: Eine Wurzelbildung bei den Sorten "Geisenheimbacher frühe" und "Lori" entfiel. Mit Ausnahme der Sorte "Fina" und der Kontrolle des Dunkelversuchs der Sorte "Eva" beschränkte sich die Wurzelbildung im Licht und auch im Dunkeln auf die Konzentration von 1,0 und 10,0 mg/l IBTS, dabei war die Wurzelbildung bei den Dunkelkulturen kräftiger als im Licht (Tab. 4).

Abschließend gilt für den Wuchsstoff IBTS, daß auch er, wie der Wuchsstoff IAN, hemmend auf die Kallusbildung wirkt und dabei, zumindest bei den Sorten "Cita", "Lori" und "Eva", die Sproß-, bzw. Wurzelbildung eine Förderung erfährt. Für die Bildung von Knöllchen sei erwähnt, daß, nachdem der segmenteigene Wuchsstoffgehalt nach Abbau der Hemmstoffe (März) voll zur Wirkung gelangt, die Anzahl der Knöllchen gegenüber den Kontrollen meist nicht vermehrt wird, mit Ausnahme der Sorte "Lori". So gewinnt man bei der Sorte "Fina", die im März bei den Kontrollen zahlreiche Knöllchen bildete, eher den Eindruck, daß der Wuchsstoffzusatz der IBTS mehr hemmt als fördert.

5. Wuchsstoffkombinationen

Bei den folgenden Kombinationsversuchen wurde einmal die gemeinsame Wirkung von 2, 3 bzw. 4 gleichzeitig zugegebenen Wuchsstoffen in jeweils gleichen Mengen (0,01; 0,1; 1,0; 10,0 mg/l) auf die Gewebekulturen geprüft ("Additionsversuche"); in weiteren Versuchen fanden immer nur 2 verschiedene Wuchsstoffe, jedoch in allen möglichen Kombinationen, in den Konzentrationen

von 0,01; 0,1; 1,0 und 10,0 mg/l Verwendung ("Kombinationsversuche"). Die im April angesetzten Additionsversuche sind dabei mit den Sorten "Cita", "Lori" und "Eva" durchgeführt worden, die später (Dez./Jan.) laufenden Kombinationsversuche allein mit der Sorte "Lori".

I. Additionsversuche

Mit stets gleich hohen Gaben von je 0,01 bis 10,0 mg/l der Wuchsstoffe IES, IBS, IAN und IBTS entstanden folgende Versuchsreihen:

IES + IBS

Kallusbildung: Von allen drei Sorten ("Cita", "Lori" und "Eva") wurde normal Kallus entwickelt.

Knöllchenbildung: Die Knöllchenbildung der Sorte "Cita" ergab ein Maximum bei 0,2 mg/l IES + IBS und entsprach damit in etwa dem IES-Dunkelversuch. Bei den Sorten "Lori" und "Eva" war die Knöllchenbildung gegenüber den Einzelversuchen ebenfalls stark gefördert, jedoch mit Maxima bei 2,0 mg/l Wuchsstoffgabe, wie für die Sorte "Lori" im IBS-Hellversuch, bzw. für die Sorte "Eva" im IES-Hell- oder im IBS-Dunkelversuch.

Sproßbildung: Für die Sorte "Lori" brachten bis zu 2,0 mg/l Wuchsstoffgabe alle Konzentrationen Sprosse, jedoch weniger als in den Einzelversuchen. Die Zahl der Sprosse für die Sorten "Cita" und "Eva" war dagegen gegenüber den Einzelversuchen vermehrt.

Wurzelbildung: Die Sorte "Lori" bildete keine Wurzeln, in Übereinstimmung mit den Einzelversuchen, bei denen Wurzeln auch nur sporadisch auftraten; die Sorte "Eva" nur bei 20,0 mg/l Wuchsstoffgabe. Wie bei dem IBS-Versuch entstanden Wurzeln bei der Sorte "Cita" in zunehmendem Maße bei den hohen Konzentrationen von 2,0 und 20,0 mg/l Wuchsstoffgabe (Tab. 1, 2 und 5).

IES + IBS + IAN

Kallusbildung: Im Gegensatz zu dem vorhergehenden Additionsversuch von IES + IBS war bei weiterer Zugabe von IAN die Kallusbildung für die Sorte "Eva" stark gehemmt, entsprechend dem IAN-Einzelversuch. Bei den Sorten "Cita" und "Lori" dagegen erwies sich die Bildung von Kallus als normal.

Knöllchenbildung: Für die Sorte "Cita" war die Zahl der gebildeten Knöllchen wesentlich höher als in den Einzelversuchen. Die Knöllchenbildung der Sorte "Eva" erreichte ein Maximum bei 0,3 mg/l Wuchsstoffgabe, gleich dem IBS-Dunkelversuch. Bei der Sorte "Lori" stieg die Bildung von Knöllchen bis zu 30,0 mg/l Wuchsstoffgabe an und übertraf sogar den IAN-Dunkelversuch.

Sproßbildung: Gegenüber den Einzelversuchen ging die Sproßbildung bei allen drei Sorten zurück.

Wurzelbildung: Die Sorte "Lori" bildete wiederum keine Wurzeln. Die Wurzelbildung der Sorten "Cita" und "Eva" lag wenig unter der der reinen IBS-Versuche, bei denen die meisten Wurzeln entstanden waren (Tab. 1-3 und 5).

IES + IBS + IAN + IBTS

Kallusbildung: Bei der Sorte "Cita" war die Kallusbildung gegenüber den Einzelversuchen - den IBS-Ansatz ausgenommen - leicht erhöht. Die Sorten "Lori" und "Eva" erreichten bei 40,0 mg/l Wuchsstoffgabe 100% Kallus.

Knöllchenbildung: Die Zahl der Knöllchen lag bei der Sorte "Cita" höher als bei den Einzelversuchen, die Werte entsprachen ungefähr der IBTS-Dunkelkurve, nur trat hier bei 40,0 mg/l Wuchsstoffgabe ein Minimum auf. Auch bei den Sorten "Lori" und "Eva" zeigten die Kurven den ungefähren Verlauf der IBTS-Dunkelversuche.

Sproßbildung: Verglichen mit den Einzelversuchen war die

Sproßbildung bei den Sorten "Cita", "Lori" und "Eva" gehemmt.

Wurzelbildung: Wurzeln bildete die Sorte "Lori" nur bei 0,4 mg/l Wuchsstoffgabe, bei der Sorte "Eva" stieg die Wurzelbildung von 4,0 auf 40,0 mg/l Wuchsstoffgabe kräftig an, bei der Sorte "Cita" erreichte die Wurzelbildungsrate mit 2,5 Wurzeln/Segment bei 40,0 mg/l Wuchsstoffgabe fast die Höhe des IBS-Einzelversuchs (Tab. 1-5).

II. Kombinationsversuche des Wuchsstoffs IES mit den Wuchsstoffen IBS, IAN und IBTS.

IES + IBS

Kallusbildung: Bei allen vier Kombinationsreihen nahm die Kallusbildung mit steigenden Wuchsstoffgaben zu und erreichte bis zu 10,0 mg/l IES bzw. IBS stets 100%.

Knöllchenbildung: Gegenüber dem reinen IES-Versuch war die Knöllchenbildung bei den Kombinationen wesentlich erhöht, jedoch wurden nicht mehr Knöllchen angelegt als im reinen IBS-Versuch (Kurve 1).

Sproßbildung: Die Sproßbildung erreichte in den Kombinationen nicht die hohen Werte der Einzelversuche (Kurve 2).

Wurzelbildung: Nur eine Wurzel konnte bei je 10,0 mg/l IES/IBS ausgezählt werden.

IES + IAN

Kallusbildung: Deutlich gehemmt ging die Kallusbildung bei den Kombinationen IES 0,01; 0,1 und 1,0 mit jeweils gleichzeitig steigenden Gaben bis zu 10,0 mg/l IAN zurück, so daß bei den Kombinationen IES 0,01/IAN 10,0; IES 0,1/IAN 10,0 und IES 1,0/IAN 10,0 mg/l im Durchschnitt 30% Kallus gebildet wurde. Bei der Kombination IES 10,0/IAN 0,01 mg/l dagegen

entstand zwar 100% Kallus, aber auch hier nahm die Kallusbildung bis zu IES 10,0/IAN 10,0 mg/l ab und erreichte nur noch 70%.

Knöllchenbildung: Im Verhältnis zu den IES- und IAN-Kulturen war die Knöllchenanzahl ebenfalls vermehrt (Kurve 3).

Sproßbildung: Die Sproßbildung lag hinter den Einzelversuchen zurück (Kurve 4).

Wurzelbildung: An einem Segment wurden zwei Wurzeln bei je 10,0 mg/l IES/IAN beobachtet.

IES + IBTS

Kallusbildung: Mit der Kallusbildung verhielt es sich hier ähnlich wie bei der Kombination IES/IAN, nur daß der Wuchsstoff IBTS sich nicht ganz so hemmend auswirkte wie der Wuchsstoff IAN.

Knöllchenbildung: Auch bei diesen Versuchen wurden mehr Knöllchen gebildet als bei dem reinen IES-Ansatz, jedoch weniger als bei den IBTS-Versuchen allein, vor allem trat bei IES 10,0/IBTS 10,0 mg/l eine Hemmung auf (Kurve 5).

Sproßbildung: Die Anzahl der Sprosse war bei diesen Kombinationen ebenfalls geringer als bei den Einzelversuchen (Kurve 6).

Wurzelbildung: Zu einer Wurzelbildung kam es nicht.

Beeinflussung der Regeneration durch die Temperatur.

In Ergänzung der Arbeit Fellenbergs (1963) wurden Temperaturunterschiede von 5° C gewählt und zwar bei + 8° C beginnend bis zu + 23° C. Aus versuchstechnischen Gründen handelte es sich dabei ausschließlich um Dunkelkulturen, die bei den angegebenen Temperaturen bis auf ± 0,5° C konstant gehalten werden

konnten. Als Objekte dienten zu Versuchen mit konstanten Temperaturen im Januar die Sorten "Eva" und "Lori", zu Versuchen mit Temperaturwechsel im Februar/März nur die Sorte "Lori". Der zugesetzte Wuchsstoff war die NES mit Gaben bis zu 50,0 mg/l. Die Wuchsstoffkonzentration wurde aus dem Grund gesteigert, um festzustellen, ob sich die durch niedere Temperaturen bedingte Regenerationshemmung (Fellenberg 1963) damit aufheben ließ.

Bei den NES-Konzentrationen 0,01; 0,1 und 1,0 mg/l fand außerdem auch eine zuckerfreie Nährlösung Verwendung. Dabei konnte zunächst bei der Sorte "Eva" festgestellt werden, daß die Untersuchungen Fellenbergs (1963) sowohl hinsichtlich der Regenerationsbereitschaft in Abhängigkeit vom Zucker (mit Ausnahme der hier fehlenden Wurzelbildung), als auch der Temperatur reproduzierbar waren. Die Sorte "Lori" zeigte teilweise ein etwas anderes Verhalten.

1. Konstante Temperaturen

Versuche mit der Sorte "Eva"

Zuckerhaltige Nährlösung:
Bei der Temperatur von + 8° C ergab sich für die Sorte "Eva" überhaupt keine Kallusbildung. Sehr gehemmt war der Kallus noch bei + 13° C, auch bei + 18° C erreichte er erst bei 20,0 und 50,0 mg/l NES 100%. Bei +23° C wurde normal Kallus entwickelt.

Mit der Bildung von Knöllchen verhielt es sich ähnlich: Bei + 8° C konnten keine Knöllchen beobachtet werden, bei + 13° C und + 18° C traten sie nur vereinzelt auf, d.h. im Durchschnitt weniger als 1 Knöllchen pro Segment. Das Maximum für die Knöllchenbildung mit 5,5 Knöllchen pro Segment bei + 23° C lag bei 10,0 mg/l NES.

Die Bildung von Sprossen blieb bei allen Temperaturen ganz aus.

Desgleichen fehlten Wurzeln bei + 8° C. Stark gehemmt erschien die Wurzelbildung auch noch bei + 13° C und + 18° C. Erst die Temperatur von + 23° C führte ab 0,1 mg/l NES zu dem Auftreten von Wurzeln mit einem Maximum bei 20,0 mg/l NES.

Zuckerfreie Nährlösung:
Die Nährlösung ohne Zucker, die bei den NES-Konzentrationen 0,01; 0,1 und 1,0 mg/l Anwendung fand; ergab - bei allen Temperaturstufen - so gut wie keinen Kallus, dafür war die Knöllchenbildung - außer bei + 8° C - wesentlich gesteigert. Zu einer Sproß- und Wurzelbildung kam es nicht.

Induktionszeiten:
Die Induktionszeit, das ist die Zeit, die bis zum ersten Auftreten von Kallus, Knöllchen und Organen verstreicht, war für den Kallus außer von der Temperatur auch noch von der Wuchsstoffkonzentration und vom Zuckergehalt der Nährlösung abhängig. Für die hohen Wuchsstoffgaben trat bei + 13° C, + 18° C und + 23° C Kallus nach 6, 3 bzw. 2 Wochen auf, bei niederen Konzentrationen um etwa 4 Wochen später. Für die Knöllchenbildung bewegten sich die Induktionszeiten für die Sorte "Eva" bei den Temperaturen von + 13° C und + 18° C um 12 Wochen, bei + 23° C um 6 Wochen. Wurzeln konnten bei + 13° C und + 18° C nach 18 Wochen, bei + 23° C nach 12 Wochen beobachtet werden.

Bei den Kulturen ohne Zucker waren die Zeiten für die Knöllchenbildung überall um etwa die Hälfte verkürzt. Kallus, Sprosse und Wurzeln traten bei diesen Versuchen (s.o.) nicht auf.

Versuche mit der Sorte "Lori"

Zuckerhaltige Nährlösung:
Bei + 8° C trat bei der Sorte "Lori" für die Kallusbildung ebenfalls eine Hemmung auf. Die Temperaturen von + 13° C und + 18° C führten bei 20,0 und 50,0 mg/l NES zwar zu 100% Kallus, jedoch blieb auch hier bei den niederen Konzentrationen

die Kallusbildung noch gehemmt, erst bei + 23° C erreichte sie das Normalmaß.

Die Knöllchenbildung war bei + 8° C im wesentlichen unterdrückt, durch die anderen Temperaturstufen wurde sie aber nur minimal beeinflußt. Demgegenüber entstanden jedoch die meisten Sprosse bei + 13° C, in der Anzahl abnehmend bis zu + 23° C; die Wurzelbildung dagegen steigerte sich mit zunehmenden Temperaturen. Sprosse wurden dabei höchstens bis zu 10,0 mg/l NES angelegt, Wurzeln nur bei 20,0 und 50,0 mg/l NES (Kurve 7).

Zuckerfreie Nährlösung:
Die Kulturen mit der zuckerfreien Nährlösung zeigten ebenfalls wie bei der Sorte "Eva" zwar höhere Knöllchenwerte, die Kallusbildung war jedoch hier weniger gehemmt. Die Organbildung lag unter der der Nährlösung mit Zucker.

Induktionszeiten:
Bei den Kulturen, die bei + 8° C in der Kälte belassen wurden, trat nur bei den hohen Konzentrationen (ab 20,0 mg/l NES) nach 7 Wochen erstmals Kallus auf. Die Bildung von Kallus setzte bei + 13° C (desgleichen erst ab 20,0 mg/l) nach etwa 15 Tagen, bei + 18° C (ab 10,0 mg/l) nach 9 und bei + 23° C (ab 0,1 mg/l) nach 7 Tagen ein; mit Temperaturen von + 18° C und + 23° C bei den niederen Wuchsstoffgaben nach 1 Monat.

Knöllchen konnten bei + 8° C bei allen Wuchsstoffgaben in geringer Zahl nach 11 Wochen beobachtet werden. Die Induktionszeiten für die Knöllchenbildung der Kulturen, die bei + 13° C, + 18° C und + 23° C gehalten wurden, lagen bei 28, 20 bzw. 17 Tagen. Die ersten Sprosse traten bei + 13° C nach 10 Wochen, bei + 18° C und + 23° C nach 7 Wochen auf, Wurzeln konnten bei + 13° C nach 14, bei + 18° C und + 23° C nach 5 Wochen ausgezählt werden.

Bei Kulturen ohne Zucker trat der Kallus bei den letzten drei Temperaturstufen nach 4 Wochen auf. Für die Knöllchenbildung

wurden die gleichen Zeiten von 11 Wochen für + 8° C, von 28 Tagen für + 13° C und von 20 bzw. 17 Tagen für die Temperaturen von + 18° C und + 23° C benötigt, wie für die Kulturen mit Zucker. Sprosse konnten bei + 13° C und + 18° C nach 14 Wochen, bei + 23° C nach 6 Wochen ausgezählt werden.

2. Temperaturwechsel

Mit Unterbrechungen nach 4, 8, 16 oder 32 Tagen sind Dunkelkulturen der Sorte "Lori" einem einmaligen Temperaturwechsel von + 8° C auf + 23° C bzw. umgekehrt ausgesetzt worden. Als Wuchsstoff fand auch hier die NES Verwendung, ferner sowohl zuckerhaltige als auch zuckerfreie Nährlösungen.

I. Temperaturwechsel von + 8° C auf + 23° C

Der Temperaturschock hatte keinen Einfluß auf die Kallusbildung. Für die Knöllchenbildung ergab sich, daß die verschiedenen Kurvenbilder nach 4-monatiger Kulturdauer trotz des zeitlich variierenden Temperaturschocks von + 8° C auf + 23° C sich weitgehend deckten. Wie bei den Kulturen, die einheitlich bei + 23° C gehalten wurden, lag das Maximum jeweils bei 1,0 mg/l NES, gleich ob die Kulturen 4, 8, 16 oder 32 Tage kalt gestanden hatten. Auch die Wurzelbildung erfuhr keine Hemmung, Sprosse allerdings wurden nicht gebildet.

Abweichend von den Ergebnissen der Versuche mit Kulturen in zuckerfreier Nährlösung, die keinen Temperaturwechsel von + 8° C auf + 23° C erfahren hatten, lagen hier bei Kulturen ohne Zucker die Knöllchenwerte niedriger, die Kalluswerte etwas höher, Wurzeln konnten bereits ab 0,1 mg/l NES beobachtet werden.

Hinsichtlich der Induktionszeiten für die Knöllchen- und Organbildung konnte festgestellt werden, daß vor dem Temperaturwechsel nach 4, 8, 16 oder 32 Tagen von der Kälte (+ 8° C) in die Wärme (+ 23° C) eine Regeneration nicht zu erreichen war. Erst nach darauffolgendem 12 bis 14-tägigen Stehen in der Wärme waren Kallus- und Knöllchenbildung zu beobachten.

Die ersten Wurzeln konnten erst nach frühestens 3-wöchigem und spätestens 2-monatigem Verbleib in der Wärme ausgezählt werden.

Dieses Verhalten traf auch für Kulturen zu, bei denen eine zuckerfreie Nährlösung Verwendung fand.

Somit sind die Induktionszeiten vom Tage des Übertragens von der Kälte in die Wärme an gerechnet für die Kallus- und Knöllchenbildung etwa gleich lange, für die Wurzelbildung aber uneinheitlich kürzer oder länger als bei den Kulturen, die von Anfang an bei + 23° C gehalten wurden.

II. Temperaturwechsel von + 23° C auf + 8° C

Im umgekehrten Fall, d.h. also bei einer Übertragung der Kulturen von + 23° C auf + 8° C nach gleichfalls 4, 8, 16 oder 32 Tagen, war im wesentlichen die Entwicklung auf dem Stadium abgeschlossen, auf dem sie sich jeweils befand. Nur in geringem Maße konnte dann eine Kallus- und Knöllchenbildung auch noch bei + 8° C erfolgen. Durch den Kälteschock wurde also die Regeneration erheblich beeinflußt. Die zuckerfreien Kulturen lieferten hier etwas höhere Knöllchenwerte, dafür wurde weniger Kallus gebildet.

Nach einem Temperaturwechsel nach 4 Tagen war der erste Kallus, wenn auch in Hemmform, bereits nach eben diesen 4 Tagen zu sehen, Knöllchen traten dann im weiteren Verlauf in der Kälte nach 14 Tagen in geringer Anzahl auf.

Untersuchungen mit Kinetin

Wie bei Fellenberg (1961) sollte der Einfluß der Kombination von Kinetin und NES auf die Knöllchen- und Organbildung auch bei der Sorte "Lori" nachgeprüft werden. Allerdings wurde hier noch mit verschiedenen Temperatur- und Lichtvariationen gearbeitet und zwar wurden Kulturen gehalten bei: 1. Dauerdunkel und + 8° C, 2. Dauerdunkel und + 18° C, 3. Dauerlicht und + 18° C (mit 2 Osram HNW-Röhren, 2500 Lux) und

4. Hell-Dunkelwechsel und + 23° C (natürlicher Tag-Nacht-rhythmus).

Reine Kinetin-Versuche

1. Dauerdunkel, + 8° C
Bei den reinen Kinetin-Kulturen mit Gaben von 0,5, 1 und 2 mg/l erreichte die Kallusbildung ansteigend bis zu 2 mg/l Kinetin 30% Kallus. Die Knöllchenbildung war gegenüber den reinen NES-Kulturen vermehrt, mit einem Maximum bei 2 mg/l Kinetin. Eine Organbildung erfolgte nicht.

2. Dauerdunkel, + 18° C
Die höhere Temperatur förderte bei diesen Kulturen sowohl die Kallus-, als auch die Knöllchenbildung, es wurden aber nicht mehr Knöllchen gebildet als im reinen NES-Versuch. Sprosse entstanden bis zu 2 mg/l Kinetin, 1 Wurzel ebenfalls bei 2 mg/l Kinetin.

3. Dauerlicht, + 18° C
Der Dauerlichteinfluß beeinträchtigte im Vergleich zu den Dauerdunkel-Versuchen die Bildung von Kallus und Knöllchen nicht, die Anzahl von Sprossen dagegen war verringert.

4. Hell-Dunkelwechsel, + 23° C
Entsprechend den Versuchen mit Dauerlicht und Dauerdunkel wurde bis zu 2 mg/l Kinetin ansteigend etwa 40% Kallus gebildet. Allerdings erschien bei dieser Temperatur die Knöllchenbildung gehemmter als bei + 18° C. Sprosse konnten bis zu 2 mg/l Kinetin gezählt werden.

Kombinationsversuche Kinetin 0,5; 1; 2/NES 0,01; 0,1; 1 mg/l

1. Dauerdunkel, + 8° C
Bei den Kombinationen Kinetin/NES war die Kallusbildung gegenüber den reinen Kinetin-Versuchen gefördert, schon bei Kinetin 2/NES 0,1 mg/l erreichte sie 100%. Eine vermehrte Knöllchenbildung fand sich besonders bei den stärkeren NES (0,1 und 1 mg/l)-Gaben mit Kinetin, die Maxima lagen jweils bei

Kinetin 2/NES 0,01; 0,1 bzw. 1 mg/l (Kurve 8).

2. Dauerdunkel, + 18° C

Mit der Kallusbildung verhielt es sich ähnlich wie bei + 8° C, es wurden ab Kinetin 0,5/NES 1 mg/l 100% Kallus gebildet; diesen Prozentsatz erlangten die reinen Kinetin-Kulturen nicht. Die Knöllchenbildung war auch hier im Vergleich zu dem reinen Kinetin-Ansatz gesteigert mit Ausnahme der Kombination Kinetin/NES 1 mg/l (Kurve 9). Gefördert war ebenfalls die Bildung von Sprossen, die bis zu Kinetin 1/NES 0,1 mg/l ausgezählt werden konnten. Hier war besonders das häufige Auftreten von Knollen am Sproß auffällig. Ab Kinetin 0,5/NES 1 mg/l trat auch Wurzelbildung ein.

3. Dauerlicht, + 18° C

Inwieweit Dauerlicht eine Regeneration hemmt oder fördert, sollte bei den Kombinationen ebenfalls festgestellt werden. Dabei war zu beobachten, daß sich der Kallus, wie bei den Dauerdunkel-Versuchen bei + 18° C, normal entwickelte. Die Knöllchenbildung lag zahlenmäßig nur bei Kinetin/NES 0,01 mg/l hinter den Dunkelversuchen zurück; sie verhielt sich wie bei den reinen Kinetin-Versuchen, bis auf die Kombination Kinetin 0,5/NES 1 mg/l, bei der die Knöllchenwerte niedriger lagen (Kurve 10). Eine Sproß- und Wurzelbildung blieb, vermutlich auf Grund des Dauerlichteinflusses, so gut wie aus.

4. Hell-Dunkelwechsel, + 23° C

Die Knöllchenbildung war auch bei der Kombination im Hell-Dunkelwechsel und bei + 23° C gehemmter als bei + 18° C im Dauerdunkel oder Dauerlicht. Reine Kinetin- und Kinetin/NES 0,01 mg/l Kulturen wiesen ungefähr die gleiche Knöllchenanzahl auf, eine Steigerung konnte erst durch höhere NES-Gaben erreicht werden (Kurve 11). Sprosse waren bis Kinetin 0,5/NES 1 mg/l zu beobachten, wobei die NES nur bei Kinetin/NES 0,01 mg/l fördernd wirkte. Wurzeln entstanden ab Kinetin 2/NES 0,1 mg/l.

Diskussion

Die an 6 verschiedenen Kartoffelsorten: "Oberarnbacher frühe", "Fina", "Maritta", "Cita", "Lori" und "Eva", parallel durchgeführten Versuche über den Einfluß der für die Kartoffel nachgewiesenen nativen Wuchsstoffe: IES, IBS, IAN und IBTS auf die Reaktion von Gewebestücken konnten zunächst den eindeutigen Nachweis erbringen, daß bei der Kartoffel die Reaktion von Gewebestücken ganz spezifisch von der jeweils verwendeten Sorte abhängt, ein Ergebnis, das sich nach den Befunden von Fellenberg bereits vermuten ließ. Reproduzierbarkeit der Versuche setzt also genetisch absolut gleiches Material voraus. Allerdings war es nicht möglich gewesen, alle Versuche gleichzeitig durchzuführen bzw. die ganzen Versuchsreihen mehrfach im Lauf eines Jahres zu wiederholen, um so den möglichen jahresperiodischen Einfluß der Reaktionsfähigkeit der Gewebestücke erfassen und berücksichtigen zu können; trotzdem lassen sich eine Reihe von Folgerungen aus den Versuchsergebnissen ablesen. Als erstes fällt die oft stark unterschiedliche Reaktion der einzelnen Sorten auf jeweils gleiche Wuchsstoffe auf. Wir müssen daraus wohl schließen, daß die spezifische Reaktionsfähigkeit von Gewebestücken, die sich in der Ausbildung von Kallus, Knöllchen, Sprossen und Wurzeln äußern kann, durch eine Reihe von Faktoren, wie sie eben durch die verschiedene Konstitution der einzelnen Kartoffelsorten gegeben ist, merklich beeinflußt werden kann. Zwar läßt sich wohl bei allen Sorten eine bestimmte Reaktion, z.B. die Ausbildung von Wurzeln, unter geeigneten Bedingungen erzielen, für die einzelnen Sorten können diese Bedingungen aber u.U. sehr verschieden sein. Für die 6 untersuchten Sorten haben sich dabei nach ihren Reaktionen auf die oben angeführten Wuchsstoffe folgende Beziehungen ergeben: In bezug auf die Kallusbildung lassen sich die 6 Sorten in zwei Gruppen einteilen. Die Sorten: "Oberarnbacher frühe", "Fina" und "Maritta" zeigen insgesamt eine schwache Kallusbildung, die auch durch Wuchsstoffgaben nicht allzu sehr gesteigert werden kann; die Sorten "Cita", "Lori" und "Eva" dagegen bilden zum Teil schon bei den Kontrollen, in $\pm$ reichem Maße aber bei steigenden

Wuchsstoffgaben Kallus. Innerhalb dieser zweiten, gut reagierenden Gruppe eine Reihenfolge aufzustellen, ist jedoch nicht mehr möglich, da in Abhängigkeit von den zugegebenen Wuchsstoffen bald die eine, bald die andere Sorte (reproduzierbar?) bessere Resultate ergab.

Die gleichen Verhältnisse finden wir bei der Knöllchenbildung. Auch hier haben wir zwei Gruppen, eine schwach und eine stark reagierende, die sich mit den Gruppen für die Kallusbildung decken. Bei der zweiten Gruppe: "Cita", "Lori" und "Eva" konnten dabei die Werte der Kontrollen durch Wuchsstoffgaben zum Teil stark erhöht werden.

Wesentlich extremer als bei der Kallus- und Knöllchenbildung sind die Unterschiede bei der Bildung von Sprossen ausgeprägt: Die erste Gruppe "Oberarnbacher frühe", "Fina" und"Maritta" bildet so gut wie überhaupt keine Sprosse; innerhalb der zweiten Gruppe ist das Verhalten jetzt aber nicht mehr einheitlich, indem die Sorte "Lori" in bezug auf Sproßbildung unter dem Einfluß der verwendeten Wuchsstoffe den beiden anderen Sorten "Cita" und "Eva" deutlich überlegen ist.

Bei allen drei bisher besprochenen Reaktionen war die Gruppeneinteilung immer dieselbe gewesen. Bei der Anlegung von Wurzeln ändern sich nun aber die Verhältnisse, indem die Sorte "Oberarnbacher frühe" überhaupt keine, die Sorte "Fina" und die bisher zu den gut reagierenden gehörige Sorte "Lori" nur sehr spärlich Wurzeln bildeten, während die drei Sorten "Cita", "Eva" und die hinsichtlich Kallus, Knöllchen und Sprossen nur schwach reagierende Sorte "Maritta" verhältnismäßig reichlich Wurzeln bildeten.

Für das unterschiedliche Verhalten der einzelnen Kartoffelsorten primär nur einen Einfluß der sortenspezifischen Faktoren auf das Wuchstoff-Hemmstoff-System anzunehmen, erscheint schon aus dem Grund unzulässig, weil nach den bisherigen Erfahrungen das Hemmstoffsystem zeitlich nur begrenzt wirksam ist und die

Sortenunterschiede höchstens einen früheren oder späteren Abbau der Hemmstoffe betreffen könnten. Vor allem aber spricht dagegen das Verhalten der Sorte "Lori", die zwar reichlich Kallus, Knöllchen und Sprosse, aber nur sehr spärlich Wurzeln bildet; ferner das der Sorte "Maritta", bei der die Verhältnisse gerade umgekehrt liegen, indem sie reichlich Wurzeln, aber kaum Kallus, Knöllchen und Sprosse bildet. Wir müssen also annehmen, daß die Anlegung von Wurzeln unabhängig ist von der Anlegung von Kallus, Knöllchen und Sprossen. Ob die einheitliche Gruppenbildung bezüglich Kallus-, Knöllchen- und Sproßbildung nur durch die zahlenmäßig begrenzte Anzahl der untersuchten Sorten bedingt ist oder engere Zusammenhänge andeutet, läßt sich zunächst nicht sagen. Gegen einen solchen Zusammenhang könnte folgende Beobachtung sprechen: In bezug auf Knöllchen- und Sproßbildung reagieren die drei Sorten "Cita", "Lori" und "Eva" auf die verschiedenen Wuchsstoffe zwar ± gleichartig, (ob die beobachteten quantitativen Unterschiede wirklich real und reproduzierbar sind, erscheint fraglich). Bei der Bildung von Kallus aber zeigen sich deutliche Unterschiede, indem nur die Sorte "Lori" auf IES im Licht mit Kallusbildung anspricht, die beiden anderen Sorten aber keine Reaktion zeigen.

Der Vergleich der vier Wuchsstoffe IES, IBS, IAN und IBTS in ihrer Wirkung auf jeweils nur eine Sorte ist dadurch erschwert, daß die Versuche nicht gleichzeitig angesetzt werden konnten, sondern sich über die Zeit von November bis März erstreckten. Allenfalls vorhandene Unterschiede zwischen den Kulturen mit IES und IBS, die im November und Dezember angesetzt wurden, und den Versuchen mit IAN und IBTS, die von Januar bis März liefen, könnten daher auch auf eine verschiedene Reaktionsfähigkeit der Gewebestücke in Abhängigkeit von der Jahreszeit zurückzuführen sein. Nun hat Fellenberg - jedenfalls für das von ihm untersuchte Material, darunter auch "Eva" - zeigen können, daß Knöllchen und Wurzeln durchgehend von November bis Mai gebildet werden, während Sprosse erst im Frühjahr erscheinen. Demgegenüber ergaben jedoch die vorliegenden Versuche mit der Sorte "Lori", daß Sprosse bereits von November an

gleichmäßig gebildet werden. Das heißt, auch die jahreszeitlich verschiedene Reaktionsbereitschaft ist sortenspezifisch und kann nicht ohne weiteres verallgemeinert werden. Vermutlich weisen die einzelnen Kartoffelsorten hinsichtlich der Wuchs- und Hemmstoffe große Schwankungen auf (Funke-Söding 1948/49; Baumeister 1950/51; Pohl 1952; Varga u. Ferenczy 1956).

Aus den Tabellen 1 - 4 hat sich nun folgendes ergeben: Bei den drei schwach reagierenden Sorten "Oberarnbacher frühe", "Fina" und "Maritta" sind alle vier Wuchsstoffe ± gleich wirksam, lediglich die IBTS scheint in quantitativer Hinsicht wirksamer zu sein. Für die beiden in ihren Reaktionen nur wenig voneinander verschiedenen Sorten "Cita" und "Eva" entstehen bei IES im November Knöllchen, kaum bzw. überhaupt keine Sprosse und Wurzeln; mit IBS im Dezember Knöllchen und Wurzeln, kaum Sprosse; mit IAN und IBTS von Januar bis März Knöllchen, Sprosse und Wurzeln. Die Sorte "Lori" schließlich bildet mit IES und IBS im November und Dezember Knöllchen, Sprosse und sehr wenig Wurzeln, mit IAN und IBTS im Januar bis März Knöllchen und viele Sprosse, aber keine Wurzeln.

Die bessere Wirksamkeit der IBTS bei den drei reaktionsschwachen Sorten, ebenso die Unterschiede zwischen IES und IBS auf der einen, IAN und IBTS auf der anderen Seite für die drei gut reagierenden Sorten brauchen nun aber nicht auf einer unterschiedlichen Wirksamkeit dieser Wuchsstoffe beruhen, sie können genau so gut nur Ausdruck einer unterschiedlichen Reaktionsbereitschaft der Kartoffelsegmente sein. Die vorliegenden Versuche geben daher keinen gesicherten Hinweis auf eine unterschiedliche Wirksamkeit der vier untersuchten nativen Wuchsstoffe. Sie sind unter der Voraussetzung einer jahresperiodischen, verschiedenen Reaktionsbereitschaft ebenso verträglich mit der Annahme einer ± einheitlichen Wirkung, wenn man von den wahrscheinlich vorhandenen quantitativen Unterschieden etwa zwischen IES und IBTS absieht.

Die Versuche über das Zusammenwirken der Wuchsstoffe IES mit IBS, IAN bzw. IBTS in abgestuften Kombinationen, nur an der Sorte "Lori" durchgeführt, bestätigen das schon von Fellenberg bei nur zwei Kombinationsreihen gefundene Ergebnis, daß nämlich die Kombinationen nicht wie einfache Additionen der Einzelwuchsstoffe wirken (Söding 1952; Stichel 1959; Fellenberg 1963). So wurde durch Zugabe von IAN bzw. IBTS die Kallusbildung gegenüber den IES-Versuchen gehemmt; die Zahl der Knöllchen war bei den Kombinationen zwar deutlich gegenüber IES allein erhöht, lag aber nicht höher als bei IBS und IBTS allein. Die Sprossbildung war gegenüber beiden Partnern der jeweiligen Kombination durchwegs gehemmt; die bei "Lori" an sich schon schlechte Wurzelbildung war bei den Kombinationen ganz unterdrückt. Trotz ihrer aus den Einzelversuchen erschlossenen ± gleichartigen Wirkung addieren sich die vier Wuchsstoffe bei den Kombinationen offenbar nicht, so daß wir an verschiedene Angriffspunkte und bei gleichzeitigen Gaben an gegenseitige Konkurrenz denken müssen.

Den Kombinationsversuchen entspricht weitgehend das Ergebnis der "Additionsversuche", wo 2, 3, bzw. 4 verschiedene Wuchsstoffe gleichzeitig in jeweils gleichen Menge gegeben wurden. Die Wirkung der Wuchsstoffe konnte so über die Grenze der Wasserlöslichkeit hinaus untersucht werden. Für die drei reaktionsfreudigen Sorten "Cita","Lori" und "Eva" ergab sich dabei im April folgendes Bild: Die gehemmte Kallusbildung bei IES bzw. IAN und IBTS konnte durch Zugabe von IBS gesteigert werden. Die Bildung von Sprossen und Wurzeln ging allgemein zurück; besonders auffällig war der Rückgang der Sproßbildung bei "Eva" mit zunehmender Zahl der gleichzeitig gegebenen Wuchsstoffe; anderseits nahm die Zahl der Wurzeln bei "Cita" unter den gleichen Bedingungen zu. Durchgehend gesteigert war bei allen Kombinationen und für alle drei Sorten lediglich die Knöllchenbildung. Es ergibt sich also auch hier kein einheitliches, überschaubares Bild, indem je nach Sorte die einzelnen Reaktionen ein ganz verschiedenes Verhalten zeigen können.

Um das sortenspezifische Verhalten der Kartoffel in

Regenerationsversuchen nicht nur an den nativen Wuchsstoffen zu testen, wurden, wie auch schon von Fellenberg an der Sorte "Eva" ausgeführt, Versuche mit Kinetin bzw. Kinetin-NES-Kombinationen an der ebenfalls reaktionsfreudigen Sorte "Lori" durchgeführt, die zum Teil abweichende Ergebnisse brachten. Bei den reinen Kinetinversuchen (unter verschiedenen Außenbedingungen: 8°, 18°, 23° C; Dauerdunkel, Dauerlicht, Hell-Dunkelwechsel) nahm die Kallus- und Organbildung mit steigender Temperatur zu, ohne jedoch die Werte der NES-Versuche zu übersteigen. Bei 23° C im Hell-Dunkelwechsel war jedoch die Knöllchenbildung gegenüber 18° C bereits wieder gehemmt. Bei den Kombinationsversuchen von Kinetin mit NES in abgestuften Mengen war durch zusätzliche NES gegenüber Kinetin allein eine deutliche Steigerung der Knöllchenbildung, die sich zahlenmäßig besonders gut erfassen läßt, zu beobachten, wenn die reinen Kinetinwerte niedrig lagen (8° Dauerdunkel, 23° Hell-Dunkelwechsel); eine fördernde Wirkung war dagegen nur sehr schwach ausgeprägt, wenn schon in den reinen Kinetinversuchen die Knöllchenzahl hoch war. (18° C Dauerdunkel, Dauerlicht). Es sieht also so aus, als ob eine gewisse maximale Zahl von Knöllchen je Segment angelegt werden kann, die unabhängig von den gebotenen Wuchsstoffen usw. nicht wesentlich überschritten werden kann. Ein Vergleich mit der Sorte "Eva" (Fellenberg 1961) zeigt also, daß auch an der Kinetinwirkung ein sortenspezifisches Reaktionsverhalten abzulesen ist, indem bei "Eva" (bei Aufstellung der Kulturen im Gewächshaus) Kinetin allein völlig wirkungslos war.

Nachdem Fellenberg (1963) mit der Sorte "Eva" große Unterschiede zwischen Kulturen in zuckerfreiem Medium und Kulturen in normaler zuckerhaltiger Nährlösung gefunden hatte, wurden auch die - anschließend zu besprechenden - Temperaturversuche sowohl in zuckerhaltiger als auch in zuckerfreier Nährlösung durchgeführt und zwar, um eine gewisse Vergleichsbasis mit den Ergebnissen Fellenbergs zu erhalten, parallel mit "Eva" und "Lori", die beide sehr gut, aber verschieden reagieren. Die von Fellenberg an "Eva" beobachteten Effekte mit höheren Knöllchenwerten und Kallushemmung in zuckerfreier Nährlösung konnten auch bei einer Wiederholung weitgehend gefunden werden;

lediglich die von ihm beobachtete Erhöhung der Wurzelbildung war nicht zu bestätigen. Da die Temperaturversuche im Januar durchgeführt wurden, also zu einer Zeit, wo Wurzeln gebildet werden, ist das abweichende Verhalten nicht verständlich, es sei denn, daß das Material, das in den verschiedenen Jahren von verschiedenen Bezugsquellen stammte, doch nicht völlig gleich war. Die Sorte "Lori" verhielt sich gegenüber "Eva" insofern verschieden, als die Unterschiede bezüglich Kallus- und Knöllchenbildung - Wurzeln werden bei "Lori" ja nur sehr wenige gebildet - zwischen Normalkultur und Kultur in zuckerfreien Medium weniger deutlich waren.

An den beiden Sorten "Eva" und "Lori" wurde schließlich auch noch die Temperaturabhängigkeit der Regenerationsvorgänge untersucht. Als untere Grenze ergab sich eine Temperatur von 8° C, bei der die Kallus- und Organbildung entweder völlig unterbleibt oder sehr stark gehemmt ist; nur vereinzelt treten Knöllchen auf. "Lori" erwies sich als weniger empfindlich gegen niedere Temperaturen als "Eva"; während bei dieser bei 13° und sogar 18° C die Ausbildung von Kallus und Wurzeln noch sehr gehemmt war und Knöllchen nur vereinzelt auftraten, waren für "Lori" schon bei 13° alle Regenerationsprozesse weitgehend normal, die Sprossbildung erreichte bereits ihr Maximum und bei hohen Gaben von 20 und 50 mg/l NES wurden sogar einige Wurzeln angelegt, während Sprosse natürlich nur in dem unteren Bereich bis höchstens 10 mg/l NES entstanden. Warum bei diesen Versuchen die Sorte "Eva", die sonst immer wenigstens einige Sprosse bildete, überhaupt keine Sprosse anlegte, muß offen bleiben.

Eine nach verschiedenen Zeitabständen vorgenommene Übertragung der Kulturen der weniger empfindlichen Sorte "Lori" von 8° auf 23° C hatte keinen Einfluß auf die Kallus-, Knöllchen- und Wurzelbildung gegenüber den von Anfang an unter 23° C gehaltenen Kulturen. Lediglich die Sproßbildung war gehemmt. Wurden umgekehrt Kulturen von 23° C nach verschiedenen Zeiten auf 8° C übertragen, so blieben sie jeweils auf dem Entwicklungsstand stehen, den sie zum Zeitpunkt der Übertragung erreicht hatten.

Temperaturabhängig ist selbstverständlich auch die Induktionszeit, also die Zeitspanne, die bis zum ersten Auftreten von Kallus oder Organen notwendig ist. Sie ist umso kürzer, je höher die Temperaturen sind. Die Induktionszeit ist für den Kallus außerdem aber auch noch stark abhängig von der Wuchsstoffkonzentration, indem bei niederen IES-Konzentrationen die Induktionszeit um 4 Wochen gegenüber den Zeiten bei höheren Gaben verlängert ist. Für die Organbildung gilt diese Konzentrationsabhängigkeit dagegen nicht; lediglich die Zahl der auftretenden Knöllchen, Sprosse und Wurzeln wird durch diese bestimmt.

Zusammenfassung

1. Regenerationsversuche an 6 verschiedenen Kartoffelsorten unter dem Einfluß der für die Kartoffel nachgewiesenen nativen Wuchsstoffe IES, IBS, IAN und IBTS konnten eindeutig die sortenspezifische, genetische Abhängigkeit der einzelnen Regenerationsvorgänge nachweisen.

2. In bezug auf Kallus-, Knöllchen- und Sproßbildung lassen sich die 6 Sorten in eine schwach reagierende ("Oberarnbacher Frühe", "Fina" und "Maritta) und eine stark reagierende Gruppe ("Cita", "Lori" und "Eva") einteilen. Hinsichtlich der Wurzelbildung jedoch besteht eine schwach reagierende Gruppe aus "Oberarnbacher frühe", "Fina" und "Lori" gegenüber einer stark reagierenden aus "Cita", "Eva" und"Maritta". Darüber hinaus können sich aber auch innerhalb jeder Gruppe die einzelnen Sorten ± stark voneinander unterscheiden. Reproduzierbarkeit der Versuche setzt also völlige Identität des Versuchsmaterials voraus.

3. Abgesehen von quantitativen Unterschieden, etwa zwischen IES und IBTS, wirken nach den vorliegenden Versuchsergebnissen die vier untersuchten Wuchsstoffe alle ± gleichartig; doch weist die nicht-additive Wirkung von Wuchsstoffkombinationen auf verschiedene Angriffspunkte der einzelnen Wuchsstoffe und Konkurrenzerscheinungen bei gleichzeitigen Gaben hin.

4. Kinetin- und Kinetin-NES-Versuche unter verschiedenen Außenbedingungen an den Sorten "Eva" und "Lori" zeigen, daß bei "Lori" gegenüber "Eva" die Knöllchenzahl durch Kinetin deutlich erhöht werden kann; zusätzliche NES zu Kinetin bewirkt aber nur dann eine Förderung der Knöllchenzahl, wenn diese in den reinen Kinetinversuchen niedrig ist, nicht aber, wenn sie schon durch Kinetin allein hohe Werte erreicht.

5. Der von Fellenberg beobachtete Einfluß einer zuckerfreien Nährlösung auf Kallus- und Organbildung (Kallushemmung und Erhöhung der Knöllchenzahl) konnte für "Eva" und "Lori" bestätigt werden; nicht aber eine Erhöhung der Wurzelzahl. "Lori" unterscheidet sich von "Eva" durch geringere Unterschiede zwischen zuckerfreien und zuckerhaltigen Kulturen.

6. Kallus- und Organbildung sind stark temperaturabhängig: als untere Grenze ergab sich für "Eva" und "Lori" 8° C. Die Sorte "Lori" ist jedoch viel weniger temperaturempfindlich als "Eva". Die Hemmung durch niedere Temperaturen (8° C) wird durch Übertragen in hohe Temperaturen (23° C) wieder aufgehoben, lediglich die Sproßbildung bleibt gehemmt. Übertragung von 23° C auf 8° C bringt alle Regenerationsvorgänge auf dem erreichten Entwicklungszustand zum Stillstand.

7. Die Induktionszeiten verkürzen sich mit steigender Temperatur sehr stark. Für die Organbildung ist sie weitgehend unabhängig von der Wuchsstoffkonzentration; lediglich für die Kallusbildung werden die Induktionszeiten durch höhere Wuchsstoffgaben bis um 4 Wochen gegenüber niederen Gaben verkürzt.

Meinem verehrten Lehrer, Herrn Professor Dr. E.Haustein, danke ich für die Anregung zu dieser Arbeit und für das Interesse bei ihrer Durchführung. Ferner gilt mein Dank Herrn Professor Dr. J.Schwemmle und Herrn Professor Dr. W.Haupt für die Überlassung eines Arbeitsplatzes. Der Deutschen Forschungsgemeinschaft danke ich für Sachbeihilfen.

Literatur

Baumeister, G.: Wuchs- und Hemmstoffe in der Knolle und im Kraut gesunder und abbaukranker Kartoffelpflanzen. Planta 38, 683 - 741 (1950/51).

Fellenberg, G.: Über den Einfluß von Kinetin auf Gewebestücke von Kartoffelparenchym. Naturwissenschaften 48, 383 - 384 (1961).

Fellenberg, G.: Über die Organbildung an in vitro kultiviertem Knollengewebe von Solanum tuberosum. Zeitschrift für Botanik 51, 113 - 141 (1963).

Funke, H. und H. Söding: Über das Wuchsstoff - Hemmstoffsystem der Haferkoleoptile und der Kartoffelknolle. Planta 36, 341 - 370 (1948/49).

Guttenberg, H.v. und K. Zetsche: Der Einfluß des Lichtes auf die Auxinbildung und den Auxintransport. Planta 48, 99 - 134 (1956).

Mayer, L.: Wachstum und Organbildung an in vitro kultivierten Segmenten von Pelargonium zonale und Cyclamen persicum. Planta 47, 401 - 446 (1956).

Melchior, G.H.: Über den Abbau von Indolderivaten. Planta 50, 262 - 290 (1957).

Meyer, E.: Über den Wuchsstoff - Hemmstoffgehalt gesunder und abbaukranker Kartoffelknollen. Planta 38, 213 - 232 (1950/51).

Pohl, R.: Wuchsstoff - Hemmstoffproblem höherer Pflanzen. Naturwissenschaften 39, 1 - 8 (1952).

Stichel, E.: Gleichzeitige Induktion von Wurzeln und Sprossen an in vitro kultivierten Gewebestücken von Cyclamen persicum. Planta 53, 293 - 317 (1959).

Varga, M.B. and L. Ferenczy: Effect of "Rindite" on the development of the Growth - substances in Potato Tubers. Nature 178, 1075 (1956).

Wurm, G.: Vergleichende Untersuchungen über Wachstum und Organbildung an Segmenten pflanzlicher Speicherorgane bei Kultur in vitro. Flora 149, 43 - 76 (1960).

Anhang

Tabellen, Abbildungen und Kurven

Tabelle 1 Anzahl der gebildeten Knöllchen, Sprosse und Wurzeln pro Segment durch IES bei 6 Kartoffelsorten im Licht- und Dunkelversuch.

Tabelle 2 Anzahl der gebildeten Knöllchen, Sprosse und Wurzeln pro Segment durch IBS bei 6 Kartoffelsorten im Licht- und Dunkelversuch.

Tabelle 3 Anzahl der gebildeten Knöllchen, Sprosse und Wurzeln pro Segment durch IAN bei 6 Kartoffelsorten im Licht- und Dunkelversuch.

Tabelle 4 Anzahl der gebildeten Knöllchen, Sprosse und Wurzeln pro Segment durchIBTS bei 6 Kartoffelsorten im Licht- und Dunkelversuch.

Tabelle 5 Anzahl der gebildeten Knöllchen, Sprosse und Wurzeln pro Segment durch 3 verschiedene Wuchsstoffadditionen bei 3 Kartoffelsorten.

Abb. 1 Sproßbildung der Sorte "Lori" mit 1,0 mg/l IBS im Licht

Abb. 2 Wurzelbildung der Sorte "Eva" mit 1,0 mg/l IBS im Licht

Abb. 3 Wurzelbildung der Sorte "Cita" mit 1,0 mg/l IBS im Licht

Kurve 1 Anzahl der gebildeten Knöllchen pro Segment durch die Wuchsstoffkombination IES/IBS bei der Sorte "Lori".

Kurve 2 Anzahl der gebildeten Sprosse pro Segment durch die Wuchsstoffkombination IES/IBS bei der Sorte "Lori".

Kurve 3 Anzahl der gebildeten Knöllchen pro Segment durch die Wuchsstoffkombination IES/IAN bei der Sorte "Lori".

Kurve 4 Anzahl der gebildeten Sprosse pro Segment durch die Wuchsstoffkombination IES/IAN bei der Sorte "Lori".

Kurve 5 Anzahl der gebildeten Knöllchen pro Segment durch die Wuchsstoffkombination IES/IBTS bei der Sorte "Lori".

Kurve 6 Anzahl der gebildeten Sprosse pro Segment durch die Wuchsstoffkombination IES/IBTS bei der Sorte "Lori".

Kurve 7 Vergleich des Einflusses verschiedener Temperaturen auf die Sproß- und Wurzelbildung bei der Sorte "Lori".

Kurve 8 Anzahl der gebildeten Knöllchen pro Segment durch die Kombination Kinetin/NES bei Dauerdunkel und + 8° C.

Kurve 9 Anzahl der gebildeten Knöllchen pro Segment durch die Kombination Kinetin/NES bei Dauerdunkel und + 18° C.

Kurve 10 Anzahl der gebildeten Knöllchen pro Segment durch die Kombination Kinetin/NES bei Dauerlicht und + 18° C.

Kurve 11 Anzahl der gebildeten Knöllchen pro Segment durch die Kombination Kinetin/NES bei Hell-Dunkelwechsel und + 23° C.

Tabelle 1

Ansatz November

IES

pro Sement	Knöllchen		Sprosse		Wurzeln		Knöllchen		Sprosse		Wurzeln	
	H	D	H	D	H	D	H	D	H	D	H	D
Sorte	Cita						Oberarnbacher frühe					
Kontrolle	0,5	6,0					0,3					
0,01 mg/l	1,0	5,3	0,1				0,4	1,0				
0,10 mg/l	1,4	11,0					0,7	1,1				
1,00 mg/l	4,8	4,7					o,5	5,0				
10,00 mg/l	1,2	4,2			0,2			0,5				
Sorte	Fina						Lori					
Kontrolle							1,4	2,9	0,1			
0,01 mg/l							1,3	4,8	0,8		0,1	
0,10 mg/l		0,7					2,1	6,0				
1,00 mg/l		0,3				0,1	2,3	4,5	0,2			
10,00 mg/l							2,1	5,8				
Sorte	Eva						Maritta					
Kontrolle	0,3	2,0					0,2	0,2				
0,01 mg/l	0,1	3,3						0,4				
0,10 mg/l	0,2	6,5					0,9	1,0				
1,00 mg/l	2,7	0,3					0,1	1,8				0,3
10,00 mg/l	2,5	2,5				0,2	0,1	0,8				

Tabelle 2

Ansatz Dezember

IBS

pro Segment	Knöllchen		Sprosse		Wurzeln		Knöllchen		Sprosse		Wurzeln	
	H	D	H	D	H	D	H	D	H	D	H	D
Sorte	Cita						Oberarnbacher frühe					
Kontrolle	4,3	8,0						1,2				
0,01 mg/l	4,0	4,7	0,2		0,1		1,3	1,3				
0,10 mg/l	4,8	8,5					0,5	1,1				
1,00 mg/l	9,6	6,4			0,9	1,4	1,3	1,4				
10,00 mg/l	4,8	9,0			3,0	8,7	0,8	0,5				
Sorte	Fina						Lori					
Kontrolle							4,0	5,9	1,2		0,1	
0,01 mg/l							4,4	4,6	1,5			
0,10 mg/l	0,1	0,3					4,9	6,2	1,5		0,2	
1,00 mg/l		1,8					7,1	1,1	0,2			
10,00 mg/l		0,5			0,1	0,1	5,4	6,8				
Sorte	Eva						Maritta					
Kontrolle	1,6	0,9						0,6				
0,01 mg/l	3,1	1,6						0,1		0,1		
0,10 mg/l	2,4	2,6			0,1			0,6				
1,00 mg/l	3,8	2,8			0,3	0,6	1,0	0,7				
10,00 mg/l	2,9	2,0			0,6	0,4		0,2				0,3

Tabelle 3

Ansatz Januar/Februar

IAN

pro Segment	Knöllchen		Sprosse		Wurzeln		Knöllchen		Sprosse		Wurzeln	
	H	D	H	D	H	D	H	D	H	D	H	D
Sorte	Cita						Oberarnbacher frühe					
Kontrolle	4,2	7,6	0,3		0,1			0,7				
0,01 mg/l	3,3	8,7	0,1				0,4	1,0				
0,10 mg/l	0,6	5,2	0,9	0,1	0,4		0,7	0,1				
1,00 mg/l	4,1	4,8	0,1				0,5	1,1				
10,00 mg/l	6,2	8,9				0,1	0,8	2,0				
Sorte	Fina						Lori					
Kontrolle		1,1					1,2	3,6	0,7	0,1		
0,01 mg/l		0,6					3,7	2,9	1,2			
0,10 mg/l		0,8					1,4	3,0	0,6	0,2		
1,00 mg/l		0,2					2,7	6,5	0,7	0,1		
10,00 mg/l		0,5		0,2			6,1	8,6	0,1			
Sorte	Eva						Maritta					
Kontrolle	2,8	5,5	0,1			0,3	0,2	0,7				
0,01 mg/l	0,6	5,2					0,2	0,4				
0,10 mg/l	2,0	5,1		0,1		0,1		1,8				0,4
1,00 mg/l	2,7	5,5	0,6			0,6		1,9				0,8
10,00 mg/l	4,1	9,9	0,1		0,1	0,2	0,6	0,8				

Tabelle 4

Ansatz März

IBTS

pro Segment	Knöllchen		Sprosse		Wurzeln		Knöllchen		Sprosse		Wurzeln	
	H	D	H	D	H	D	H	D	H	D	H	D
Sorte	Cita						Oberarnbacher frühe					
Kontrolle	4,2	9,3	0,3				0,2	0,8				
0,01 mg/l	6,3	5,4	0,4	0,1				0,9				
0,10 mg/l	5,0	9,4	0,3	0,1			0,4	1,6				
1,00 mg/l	5,7	6,4	0,1		0,1	0,2	2,3	0,7				
10,00 mg/l	4,2	7,1			0,2	1,1		0,5				
Sorte	Fima						Lori					
Kontrolle	6,2	1,4	0,2		0,2		1,3	7,7	0,4			
0,01 mg/l	3,7	0,2					1,1	5,0	0,3			
0,10 mg/l	3,7	0,6			0,3		4,1	15,3	0,8			
1,00 mg/l		0,5					5,4	20,0	0,3	1,0		
10,00 mg/l	0,2	0,8					10,0	8,8	0,2			
Sorte	Eva						Maritta					
Kontrolle	0,9	12,1	0,1			0,3		1,5				
0,01 mg/l	4,9	7,3					0,7	2,1				
0,10 mg/l	4,3	6,5	0,1				0,6	1,3		0,1		
1,00 mg/l	8,1	7,3	0,1		0,2	0,6	2,0	4,4				0,1
10,00 mg/l	3,8	7,2				0,5	3,3	3,3	0,1		0,1	0,2

Tabelle 5

I. IES + IBS (Ansatz April)

Sorte	Cita			Lori			Eva		
pro Segment	Kn.	Spr.	Wur.	Kn.	Spr.	Wur.	Kn.	Spr.	Wur.
Kontrolle	6,0			4,0	0,2		4,5		
0,02 mg/l	7,6	0,2		2,1	0,4		2,0	0,1	
0,20 mg/l	9,4	0,1		11,7	0,4		5,7	0,1	
2,00 mg/l	8,1	0,1	0,2	13,5	0,1		10,5	0,1	
20,00 mg/l	7,4	0,1	2,0	12,9			10,3	0,1	1,1

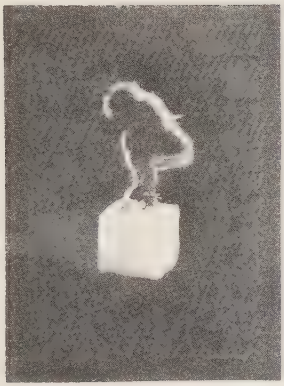
II. IES + IBS + IAN (Ansatz April)

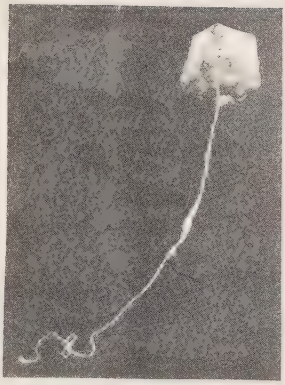
Sorte	Cita			Lori			Eva		
pro Segment	Kn.	Spr.	Wur.	Kn.	Spr.	Wur.	Kn.	Spr.	Wur.
Kontrolle	10,8	0,5		1,5	0,7		1,3		
0,03 mg/l	6,8			3,0	0,6		2,2		
0,30 mg/l	10,7	0,1		8,5	0,2		6,5		0,1
3,00 mg/l	12,1		0,2	13,3			3,8		0,3
30,00 mg/l	13,1		2,0	13,8	0,1		5,8		

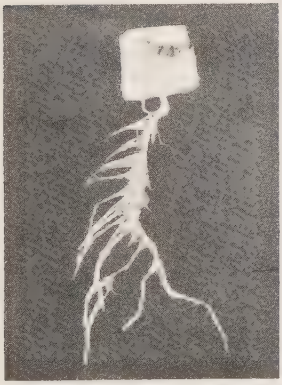
III. IES + IBS + IAN + IBTS (Ansatz April)

Sorte	Cita			Lori			Eva		
pro Segment	Kn.	Spr.	Wur.	Kn.	Spr.	Wur.	Kn.	Spr.	Wur.
Kontrolle	11,6	0,1	0,2	2,8	0,1		5,2		
0,04 mg/l	8,3	0,1		5,1	0,2		2,6		
0,40 mg/l	11,7		0,2	14,7	0,1	0,1	2,4	0,1	
4,00 mg/l	10,9		0,4	16,8	0,1		9,9		0,1
40,00 mg/l	8,6		2,5	9,6	0,1		9,7		1,3

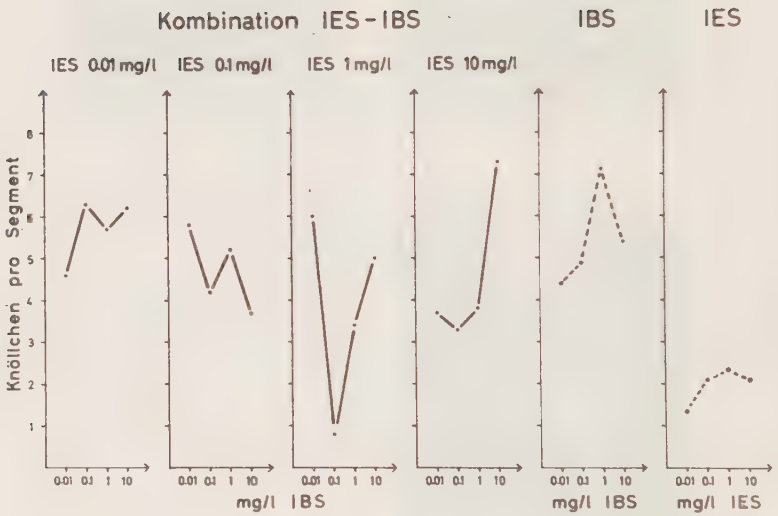
Kn. = Knöllchen
Spr. = Sprosse
Wur. = Wurzeln



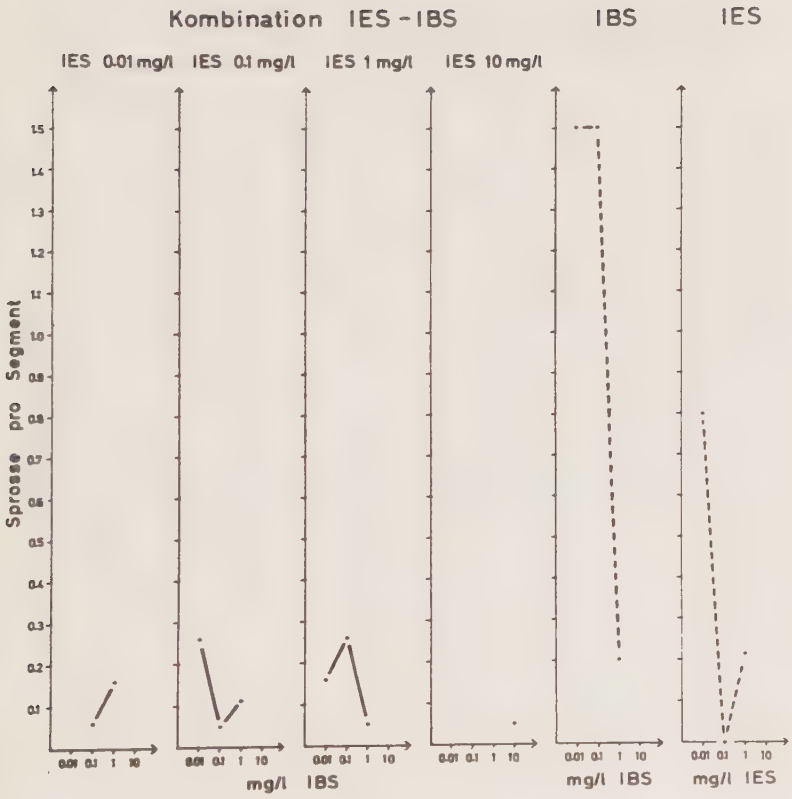




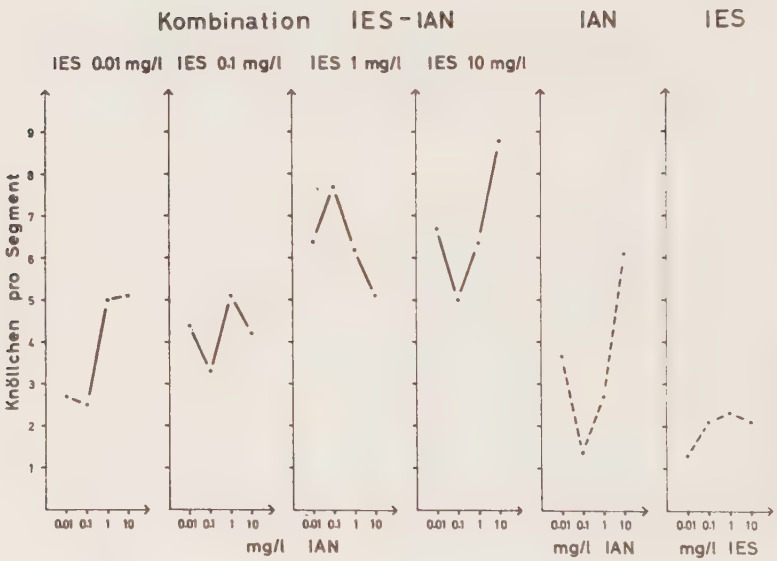
Kurve 1


Kombination IES-IBS
IBS
IES
IES 0.01 mg/l
IES 0.1 mg/l
IES 1 mg/l
IES 10 mg/l
Knöllchen pro Segment
0.01 0.1 1 10
mg/l IBS
mg/l IBS
mg/l IES

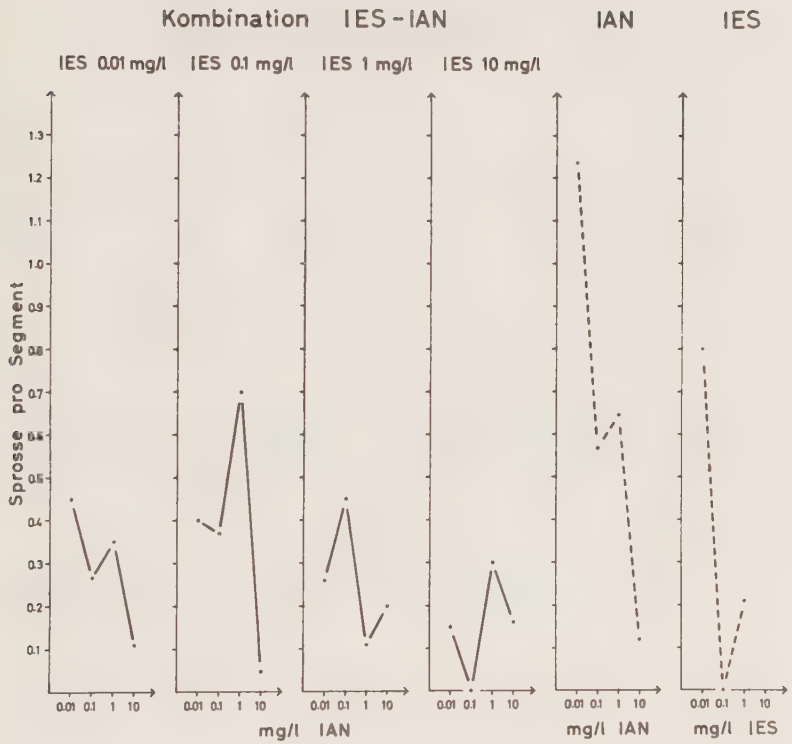
Kurve 2


Kombination IES - IBS
IBS
IES
IES 0.01 mg/l
IES 0.1 mg/l
IES 1 mg/l
IES 10 mg/l
Sprosse pro Segment
mg/l IBS
mg/l IBS
mg/l IES

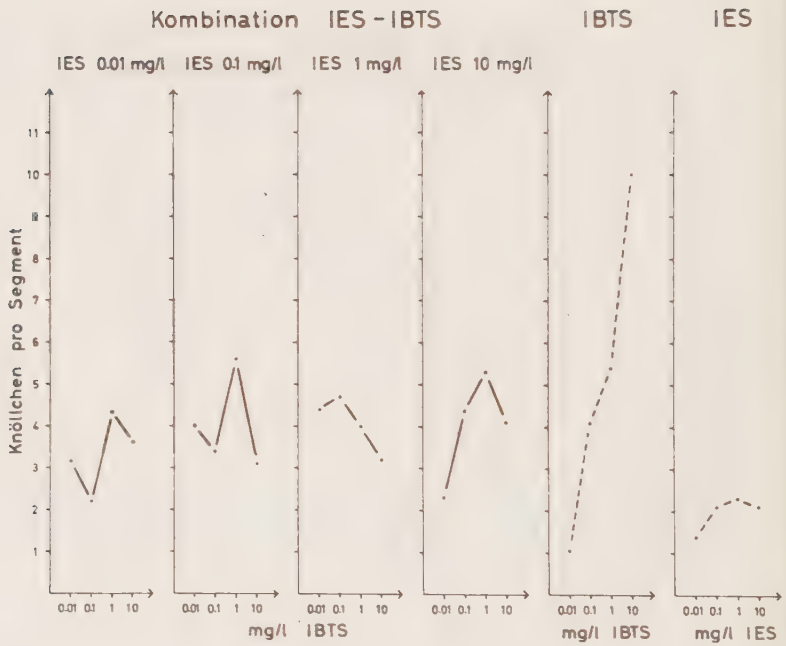
Kurve 3


Kombination IES-IAN
IAN
IES
IES 0.01 mg/l
IES 0.1 mg/l
IES 1 mg/l
IES 10 mg/l
Knöllchen pro Segment
0.01 0.1 1 10
mg/l IAN
mg/l IES

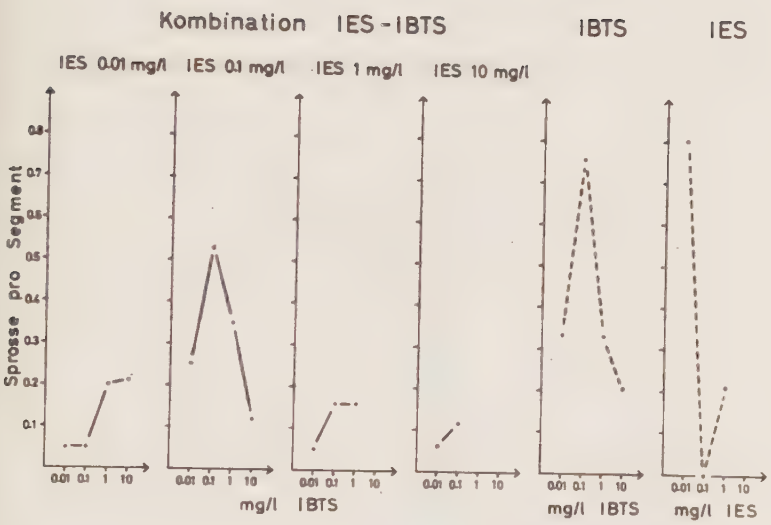
Kurve 4


Kombination IES-IAN
IAN
IES
IES 0.01 mg/l
IES 0.1 mg/l
IES 1 mg/l
IES 10 mg/l
Sprosse pro Segment
1.3
1.2
1.1
1.0
0.9
0.8
0.7
0.6
0.5
0.4
0.3
0.2
0.1
0.01 0.1 1 10
mg/l IAN
mg/l IAN
mg/l IES

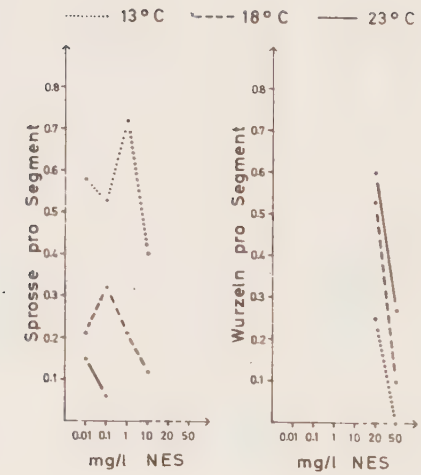
Kurve 5


Kombination IES - IBTS
IBTS
IES
IES 0.01 mg/l
IES 0.1 mg/l
IES 1 mg/l
IES 10 mg/l
Knöllchen pro Segment
0.01 0.1 1 10
mg/l IBTS
mg/l IBTS
mg/l IES

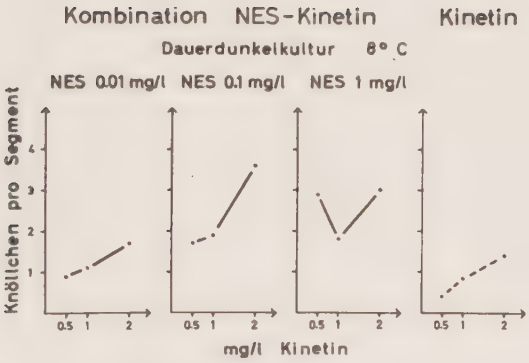
Kurve 6


Kombination IES-IBTS
IBTS
IES
IES 0.01 mg/l
IES 0.1 mg/l
IES 1 mg/l
IES 10 mg/l
Sprosse pro Segment
0.8
0.7
0.6
0.5
0.4
0.3
0.2
0.1
0.01 0.1 1 10
mg/l IBTS
mg/l IBTS
mg/l IES

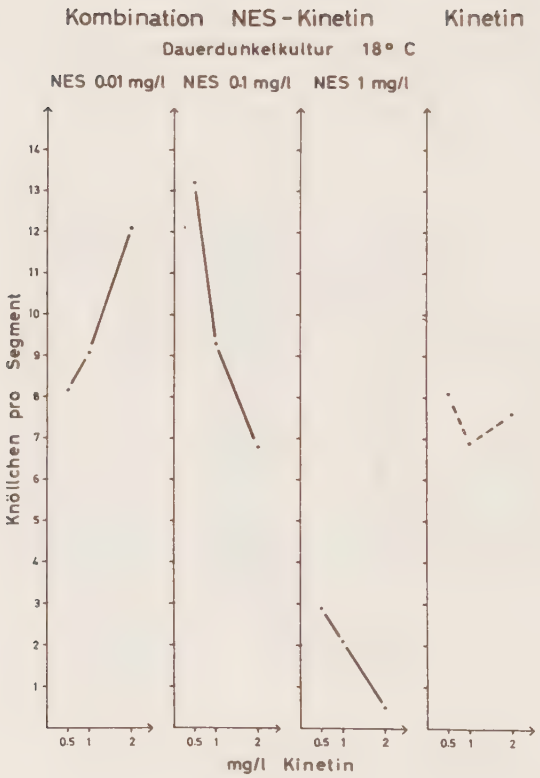
Kurve 7


13° C
18° C
23° C
Sprosse pro Segment
Wurzeln pro Segment
0.8
0.7
0.6
0.5
0.4
0.3
0.2
0.1
0.01 0.1 1 10 20 50
mg/l NES

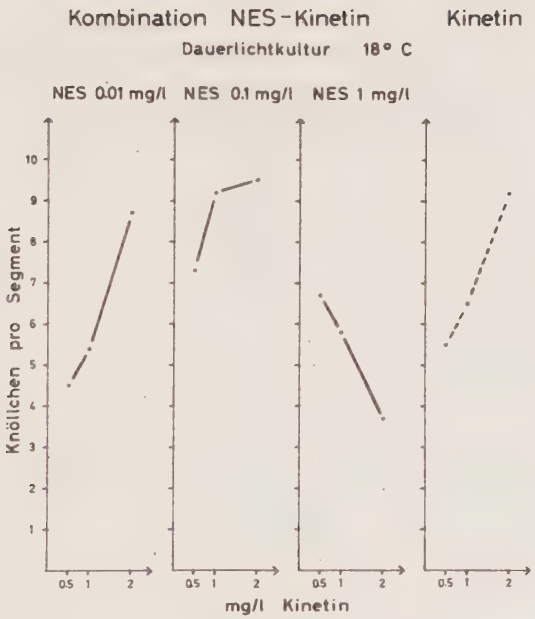
Kurve 8


Kombination NES-Kinetin
Kinetin
Dauerdunkelkultur 8° C
NES 0.01 mg/l
NES 0.1 mg/l
NES 1 mg/l
Knöllchen pro Segment
1
2
3
4
0.5 1 2
mg/l Kinetin

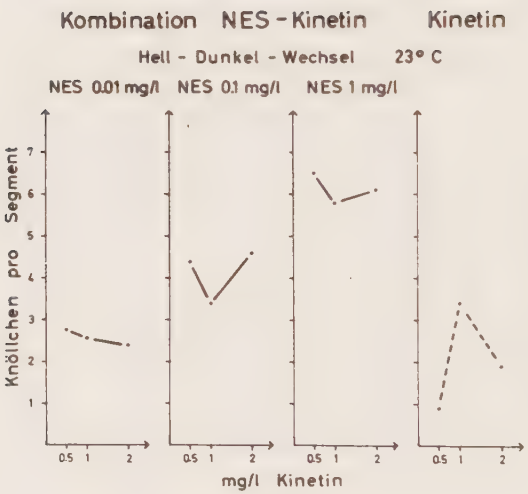
Kurve 9


Kombination NES - Kinetin
Kinetin
Dauerdunkelkultur 18° C
NES 0.01 mg/l
NES 0.1 mg/l
NES 1 mg/l
Knöllchen pro Segment
14
13
12
11
10
9
8
7
6
5
4
3
2
1
0.5 1 2
0.5 1 2
0.5 1 2
0.5 1 2
mg/l Kinetin

Kurve 10


Kombination NES-Kinetin
Kinetin
Dauerlichtkultur 18° C
NES 0.01 mg/l
NES 0.1 mg/l
NES 1 mg/l
Knöllchen pro Segment
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
0.5 1 2
mg/l Kinetin

Kurve 11


Kombination NES - Kinetin Kinetin
Hell - Dunkel - Wechsel 23° C
NES 0.01 mg/l
NES 0.1 mg/l
NES 1 mg/l
Knöllchen pro Segment
1
2
3
4
5
6
7
0.5 1 2
mg/l Kinetin

Lebenslauf

Name:	Elsbeth Waltraud Szymansky-Koch
Geburtstag:	27.12.1934
Geburtsort:	Lauf/Pegnitz
Eltern:	Dr. jur. Hans Koch, Oberamtsrichter (gest. 1950)
	Friedl Koch, geb. Schubert

Bildungsgang:

1941 - 1945 Volksschule Sulzbach-Rosenberg

1946 - 1953 Human. Jean-Paul-Gymnasium Hof
Abitur 1953

1953 - 1955 Praktikantenzeit Löwen-Apotheke Marktleuten
Pharmaz. Vorexamen 1955

1955 - 1959 Studium der Pharmazie in Erlangen
Pharmaz. Staatsprüfung 1959

1959 - 1960 Kandidatenjahr Altstädter-Apotheke Hof
Approbation 1960

1960 Wiederaufnahme des Studiums in Erlangen.
Fächerverbindung: Botanik/Chemie/Bakteriologie

Offsetdruck - Fotodruck
Josef Hogl
8520 Erlangen, Brüxerstraße 9, (Nähe Röthelheimbad,) Tel. 15336

Offsetdruck - Fotodruck
- J. Hogl, Erlangen, Brüxer Straße 9, (Nähe Röthelheimbad) Telefon 15336 -